

# Device for monitoring abrasion loss of a thrust bearing in a submerged motor pump

Patent number: DE4225783

Publication date: 1993-02-11

Inventor: KIYOTA SHIKOU (JP); UEHARA AKIO (JP); YASUE AKIRA (JP);  
NAKAGAWA MICHIO (JP); NOGUCHI SHOTARO (JP)

Applicant: SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES (JP); DORYOKURO KAKUNENRYO  
(JP); FUJI ELECTRIC CO LTD (JP)

Classification:

- international: F04D13/08; F04D15/00; F04D29/04

- european: F04D15/02C4; F04D29/04P; F16C17/24; F16C19/52

Application number: DE19924225783 19920804

Priority number(s): JP19910199330 19910808

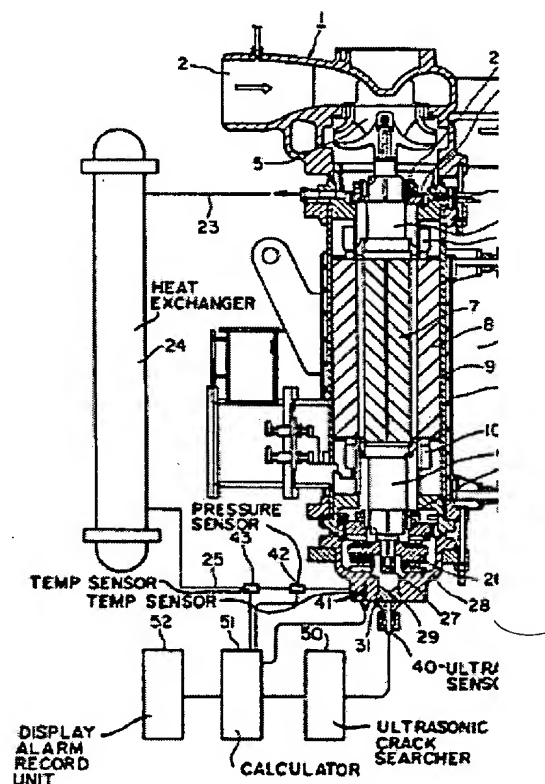
Also published

US527  
JP504  
GB225

Abstract not available for DE4225783

Abstract of correspondent: **US5277543**

A submerged motor pump is provided in a piping system or connected to a pressure vessel, and a pump and a motor are immersed in the fluid. A rotor rotatable together with a pump impeller is fixed to a rotor shaft. The rotor shaft is supported by a thrust bearing. A cover is provided facing the end of the rotor shaft and carries an ultrasonic sensor on its outside surface. The ultrasonic sensor projects ultrasonic wave toward the end of the rotor shaft and detects the echo therefrom so as to measure the distance between the end of the rotor shaft and the inside surface of the cover, i.e. the surface thereof in contact with the fluid. The inside surface of the cover includes a concave spherical surface which faces the end of the rotor shaft and substantially converges the main beam of the ultrasonic wave to the end of the rotor shaft, preventing reduction of sound pressure of the ultrasonic wave.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Doppel



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Pat ntschrift  
10 DE 42 25 783 C 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 04 D 29/04  
F 04 D 15/00  
F 04 D 13/08

21 Aktenzeichen: P 42 25 783.2-15  
22 Anmeldetag: 4. 8. 92  
43 Offenlegungstag: 11. 2. 93  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 10. 9. 98

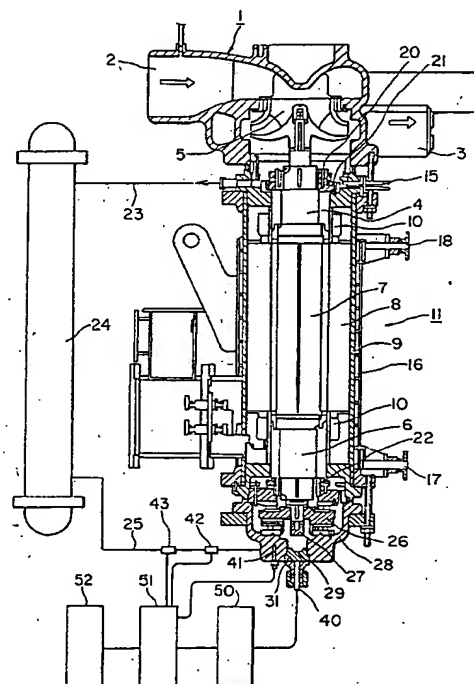
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität:  
3-199330 08. 08. 91 JP  
73 Patentinhaber:  
Doryokuro Kakunenryo Kaihatsu Jigyodan,  
Tokio/Tokyo, JP; Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki,  
Kanagawa, JP; Sumitomo Heavy Industries, Ltd.,  
Tokio/Tokyo, JP  
74 Vertreter:  
Vossius & Partner GbR, 81675 München

72 Erfinder:  
Noguchi, Shotaro, Tsuruga, Fukui, JP; Kiyota,  
Shikou, Tsuruga, Fukui, JP; Nakagawa, Michio,  
Kamakura, Kanagawa, JP; Yasue, Akira, Yokosuka,  
Kanagawa, JP; Uehara, Akio, Ichihara, Chiba, JP  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 34 16 343 A1  
DE 31 00 861 A1  
DE-OS 19 44 533  
DE-GM 18 61 852

54 Vorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers bei einer Tauchmotorpumpe

57 Vorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers (26) einer Tauchmotorpumpe, die ein durch einen Motor (11) angetriebenes Pumpenlaufrad (5) aufweist und in ein zu pumpendes Fluid eintaucht, wobei ein Rotor (7) des Motors (11) mit dem Pumpenlaufrad (5) fest verbunden und an einer durch ein Axiallager (26) gelagerten Rotorwelle (6) befestigt ist, und wobei an einer einem Ende der Rotorwelle (6) zugewandten Abdeckung (31) ein Abstandsdetektor angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandsdetektor ein Ultraschallsensor (40) ist, welcher zum Messen des Abstandes (L) zwischen dem Ende der Rotorwelle (6) und einer Innenfläche der Abdeckung (31) eine Ultraschallwelle auf das Ende der Rotorwelle (6) richtet und das durch das Ende der Rotorwelle (6) reflektierte Echo der Ultraschallwelle mißt.



DE 42 25 783 C 2

DE 42 25 783 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung befaßt sich mit einer Vorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers einer Tauchmotorpumpe gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine Anlage, bei der ein Fluid einer speziellen Sorte oder ein Fluid mit hoher Temperatur und hohem Druck verarbeitet wird, wie bei elektrischen Wärmekraftwerken, Kernkraftwerken, ölverarbeitenden (Raffinier-) Anlagen oder einer chemischen Anlage, nutzt im allgemeinen eine darin enthaltene Tauchmotorpumpe, welche eine Pumpe und einen Motor, wie einen Spaltröhrenmotor oder einen Naßstatormotor aufweist, welche ohne einen Wellendichtungsteil zusammengebaut sind, welches zwischen der Pumpe und dem Motor vorhanden wäre, um ein Austreten von Fluid zu verhindern.

Wenn ein Detektor im Innern des Motors zur Untersuchung des Motors vorgesehen ist, wird die Konstruktion der Tauchmotorpumpe kompliziert. Wenn ferner ein Teil des Detektors gestört ist oder bricht, trifft das sich lösende Teil sehr leicht auf ein Lager, den Stator oder den Rotor des Motors und beschädigt diese, wodurch sich Störungen ergeben.

Daher werden ein Strommesser, ein Thermometer und ein Vibrometer zur Untersuchung und Überprüfung des Motors auf indirekte Weise auf der Außenseite des Motorgehäuses bei einer an sich bekannten Tauchmotorpumpe angebracht.

Da jedoch der Motor indirekt durch die Beobachtung der Werte untersucht wird, welche vom Strommesser, dem Thermometer und dem Vibrometer angegeben werden oder Zwischenwerte der angezeigten Werte überprüft werden, ist es äußerst schwierig, die verschleißbedingte Abnutzungsgröße eines Axiallagers in einem frühen Stadium genau zu quantifizieren.

Der verschleißbedingte Abnutzungsgrad des Axiallagers stellt eine wichtige Überwachungsgröße bei Tauchmotorpumpen dar.

Bei einer Tauchmotorpumpe ist eine Pumpenwelle, welche mit einem Pumpenlaufrad verbunden ist, radial mittels eines Radiallagers und axial mittels des Axiallagers bzw. Axialkugellagers gelagert. Die verschleißbedingte Abnutzung des Radiallagers läßt sich vergleichsweise einfach detektieren, da eine derartige verschleißbedingte Abnutzung leicht eine Änderung bei der Vibration verursacht. Andererseits ist die verschleißbedingte Abnutzung des Axiallagers schwierig zu detektieren, da sie kaum eine nennenswerte Änderung der Werte bewirkt, welche durch den Strommesser, das Thermometer und das Vibrometer angezeigt werden oder die Zwischenwerte dieser Größen beeinflussen. Daher läßt sich dieser Verschleiß nicht feststellen, bevor der verschleißbedingte Abnutzungsgrad des Axiallagers eine abnormale Größe erreicht hat. Die verschleißbedingte Abnutzung des Axiallagers kann nur genau gemessen werden, wenn die Tauchmotorpumpe auseinandergenommen wird.

Daher wird in der Praxis eine Tauchmotorpumpe periodisch auseinandergebaut, um die verschleißbedingte Abnutzungserscheinung im Axiallager zu überprüfen oder verschlissene Teile gegebenenfalls zu ersetzen. Das Intervall zwischen den periodischen Inspektionen wird basierend auf der Erfahrung bestimmt.

Jedoch variiert der Verschleißgrad des Axiallagers beträchtlich in Abhängigkeit von den Betriebsstunden, der Anzahl des Startens und Stoppens und in Abhängigkeit von kontaminierenden Stoffen (Feststoffmaterialien) im Fluid. In einigen Fällen schreitet der Verschleiß des Axiallagers schneller als erwartet fort.

Aus der DE-OS 19 44 533 ist eine Vorrichtung zum Anzeigen von Lagerverschleiß bekannt. Wenn die zulässige

Verschleißgrenze in den Lagern überschritten wird, kommt ein drehendes Teil mit einer Druckröhre in Verbindung, zerbricht diese und ruft dadurch einen Druckwechsel hervor.

DE-GM-18 61 852 betrifft eine Kreiselmaschine, die mit einer Axiallager-Abnutzungs-Anzeigevorrichtung versehen ist. Die Abnutzung des Axiallagers wird durch die damit bedingte axiale Verschiebung der Welle über mechanische Betätigungsmittel auf eine Skaleneinteilung übertragen.

Die DE-OS-34 19 343 bezieht sich auf eine Lagerkontrollvorrichtung zur kontinuierlichen Überwachung des Verschleißes im Lagerbereich von Wellen. In einem bestimmten Abstand von einer Wellenhülse ist mindestens ein Meßfühler angeordnet, der mit der Wellenhülse in Kontakt kommt, wenn die Welle das vorgesehene Lagerspiel überschreitet.

Aus der DE-OS-31 00 861 ist eine Überwachungseinrichtung für das Läufer-Axialspiel eines Motor-Pumpenaggregats bekannt. Bei einer axialen Verschiebung eines Meßgebers wird ein Kontakt eines Schalters geschlossen, der das Pumpenaggregat abschaltet.

Die Erfindung zielt darauf ab, die vorstehend genannten Schwierigkeiten bei der üblichen Tauchmotorpumpe zu überwinden. Die Erfindung zielt daher darauf ab, eine Vorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers bei einer Tauchmotorpumpe bereitzustellen, welche genau die verschleißbedingte Abnutzungsgröße des Axiallagers dadurch quantifizieren kann, daß von der Außenseite eines Pumpenlaufrades und eines Motorgehäuses hier immer oder bei gewünschten Anlässen während des Arbeitens der Pumpe eine Detektion erfolgt. Daher braucht die Tauchmotorpumpe nicht zur Feststellung der verschleißbedingten Abnutzung des Axiallagers auseinandergebaut zu werden. Eine derartige Überwachungsvorrichtung unterstützt die Verbesserung der Betriebszuverlässigkeit der Tauchmotorpumpe und die Präzision hinsichtlich der Voraussage des Auftretens einer Abnormalität oder der Abschätzung der Reststandzeit.

Im allgemeinen wird eine Tauchmotorpumpe in ein Leitungssystem eingebaut oder mit einem Druckbehälter verbunden, und das Pumpenlaufrad und der Motor sind zusammen in ein Fluid getaucht.

Ein Rotor ist mit einem Pumpenlaufrad verbunden und dreht sich mit diesem. Der Rotor ist fest mit einer Rotorwelle verbunden und ist mittels eines Axiallagers bzw. eines Axialkugellagers gelagert. Somit wird eine Axialbelastung auf das Axiallager ausgeübt.

Nach der Erfindung ist eine Abdeckung derart vorgesehen, daß sie dem Ende der Rotorwelle zugewandt ist. Ein Ultraschallsensor ist auf der Außenfläche der Abdeckung vorgesehen. Der Ultraschallsensor richtet Ultraschallwellen auf das Ende der Rotorwelle und empfängt das Echo hiervon, um den Abstand zwischen dem Ende der Rotorwelle und einer Innenumfangsfläche der Abdeckung festzustellen, welche in Kontakt mit dem gepumpten Fluid (welches nachstehend als die "Fluidkontaktfläche" bezeichnet wird) ist.

Die Fluidkontaktfläche der Abdeckung ist eben und glatt im allgemeinen. Wenn jedoch beispielsweise der Bereich des Endes der Rotorwelle klein ist, kann die Fluidkontaktfläche in Form einer konkaven sphärischen Fläche derart ausgebildet werden, daß die Ultraschallwelle auf das Ende der Rotorwelle fokussiert wird. Die Detektionsgenauigkeit des Ultraschallsensors läßt sich hierdurch verbessern. Eine derartige konkave, sphärische Form der Fluidkontaktfläche setzt die Diffusion des Hauptstrahles der Ultraschallwelle herab und verhindert im wesentlichen die Reduktion des Schalldrucks der Ultraschallwelle, welche das Ende der Rotorwelle erreicht. Zusätzlich kann eine Kappenmutter eingesetzt werden, um das Ende der Rotorwelle abzudecken.

Der tatsächliche Abstand zwischen der Fluidkontaktfläche

che der Abdeckung und des Endes der Rotorwelle wird unter Nutzung der Messungen des Ultraschallsensors ermittelt.

Ein Temperatursensor und ein Drucksensor sind vorgesehen, welche die Temperatur und den Druck des Fluids zwischen der Fluidkontaktfläche und dem Ende der Rotorwelle detektieren. Eine Ermittlungseinrichtung nutzt die Temperatur, welche mittels des Temperatursensors erfaßt wurde, und den Druck, welcher mittels des Drucksensors erfaßt wurde, um die Schallgeschwindigkeit im Fluid zu ermitteln. Der tatsächliche Abstand zwischen der Fluidkontaktfläche der Abdeckung und dem Ende der Rotorwelle wird aus einer Schallgeschwindigkeit im Fluid ermittelt, wobei die Ermittlung mittels der Ermittlungseinrichtung erfolgt, wobei eine Schallgeschwindigkeit im Fluid genutzt wird, die man zuvor erhalten hat, wenn die Meßinstrumente bei einem Lehrmodelltest geeicht wurden. Ferner geht auch die vom Ultraschallsensor bereitgestellte Messung ein.

Eine Verschiebung bzw. Verlagerung der Rotorwelle, d. h. eine verschleißbedingte Abnutzung des Axiallagers, erhält man von einer Änderung des tatsächlichen Abstandes zwischen der Fluidkontaktfläche der Abdeckung und dem Ende der Rotorwelle, wobei diese Änderungen während der Betriebszeiten auftreten.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile einer Vorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers bei einer Tauchmotorpumpe ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung. Darin zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers bei einer Tauchmotorpumpe gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung,

Fig. 2 eine Ansicht einer Ultraschallwelle in Verbindung mit einer konkaven, sphärischen Fläche,

Fig. 3 eine vergrößerte Ansicht von wesentlichen Teilen der Überwachungsvorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers bei einer Tauchmotorpumpe gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung,

Fig. 4 eine vergrößerte Ansicht der wesentlichen Teile der Überwachungsvorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers bei einer Tauchmotorpumpe gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung, und

Fig. 5 eine Ansicht zur Verdeutlichung der Anbringung eines Ultraschallsensors für eine Überwachungsvorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers bei einer Tauchmotorpumpe nach der Erfindung.

Fig. 1 zeigt ein Pumpengehäuse 1, einen Fluideinlaß 2, einen Fluidauslaß 3, eine Pumpenwelle 4 und ein Pumpenlaufrad 5, welches durch die Pumpenwelle 4 drehangetrieben wird. Die Pumpenwelle 4 ist mit einer Rotorwelle 6 verbunden, mit welchem ein Rotor 7 fest verbunden ist. Ein Stator 8 ist um den Rotor 7 vorgesehen. Ein Statorrahmen 9 trägt den Stator 8. Eine Statorspule 9 ist um den Stator 8 vorgesehen. Wenn daher die Spule 10 mit Treiberstrom versorgt wird, dreht sich der Rotor 7. Der Rotor 7, der Stator 8 und die Statorspule 10 bilden einen Motor 11.

Ein Temperatursensorträger 15 trägt einen Temperatursensor, welcher die Temperatur eines Fluids erfaßt. Ein Kühlmantel 16 ist um den Statorrahmen 9 ausgebildet und bildet ein Motorgehäuse. Ein Statorkühlmitteleinlaß 17 ist mit einem Bodenteil des Kühlmantels 16 verbunden. Das Statorkühlmittel wird über den Statorkühlmitteleinlaß 17 in den Kühlmantel 16 eingeleitet, kühlt den Stator 8 bei dem Durchgang durch den Kühlmantel 16 und wird dann über ei-

nen Statorkühlmittelauslaß 18 ausgeleitet.

Die Pumpenwelle 4 ist drehbar in einem oberen Radiallager 20 gelagert, welches mit Hilfe eines oberen Lagergehäuses 21 abgestützt ist. Die Rotorwelle 6 ist mit Hilfe eines unteren Radiallagers 22 drehbar gelagert und dreht sich zusammen mit der Pumpenwelle 4.

Der Raum im Innern des Stators 9 ist mit dem Raum im Innern des Pumpengehäuses 1 verbunden. Das über den Fluideinlaß 2 eintretende Fluid wird zu dem Fluidauslaß 3 durch die Drehbewegung des Pumpenlaufrads 5 gefördert. Ein Fluidauslaßkanal 23, ein Wärmeübertrager 24 und ein Fluidrücklaufkanal 25 sind vorgesehen. Das Fluid im Innern des Stators 9 wird über den Fluidauslaßkanal 23 abgezogen und dann zu dem Wärmeübertrager 24 gefördert. Nachdem das Fluid mittels der Wärmeübertragung zwischen dem Fluid und dem Kühlmittel im Wärmeübertrager 24 gekühlt ist, wird das Fluid über den Fluidrücklaufkanal 25 zu der Tauchmotorpumpe gefördert, um den Motor 11 zu kühlen.

Das Ende der Rotorwelle 6 ist mit Hilfe eines Axiallagers bzw. Axialkugellagers 26 drehbeweglich gelagert. Somit wird eine Axialbelastung von der Rotorwelle auf das Axiallager 26 ausgeübt.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 1, 2 und 3 ist eine wellenendseitige Kappenmutter 27 vorgesehen, um die Endfläche der Rotorwelle 6 abzudecken, wenn die Endfläche der Rotorwelle 6 nicht eben ist. Eine Endabdeckung 28 ist fest mit dem Bodenende des Kühlmantels 16 mit Hilfe von Schrauben und Muttern derart verbunden, daß das Axiallager 26 umschlossen ist. Ferner zeigt diese Figur folgendes: Eine konkave, sphärische Fläche 29; eine wellenendseitige Mittelöffnung 30, welche in der Endfläche der Rotorwelle 6 ausgebildet ist und zur maschinellen Bearbeitung genutzt wird; eine Sensoranbringungsabdeckung 31, welche lösbar an der Endabdeckung 28 angebracht ist und eine konkave, sphärische Fläche 29 an der Fluidkontaktfläche hat.

Ein Ultraschallsensor 40 der kontaktlosen Bauart zur Ermittlung des Abstandes ist vorgesehen, welcher den Abstand zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und dem Ende der Rotorwelle 6 feststellt. Das Ende der Rotorwelle 6 ist die Endfläche der Rotorwelle 6, wenn die wellenendseitige Kappenmutter 27 nicht vorgesehen ist und es ist die Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27, wenn die wellenendseitige Kappenmutter 27 vorgesehen ist. Anstelle des Ultraschallsensors 40 kann eine kontaktlose Bauart einer Abstandsdetektionseinrichtung unter Nutzung von elektromagnetischen Wellen oder Schallwellen anstelle von Ultraschallwellen eingesetzt werden.

Ein Temperatursensor 41 erfaßt die Temperatur der Sensoranbringungsabdeckung 31. Ein Drucksensor 42 ist im Fluidrücklaufkanal 25 vorgesehen und detektiert den Druck des Fluids zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27. Ein weiterer Temperatursensor 43 ist im Fluidrücklaufkanal 25 vorgesehen und detektiert die Temperatur des Fluids zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27. Die Figuren zeigen ferner eine Sonde 45 für den Ultraschallsensor 40, eine Ultraschallrißsucheinrichtung 50 (mit einer digitalen Anzeige für den gemessenen Abstand), eine Ermittlungseinrichtung 51 und eine Anzeige-Alarm-Aufzeichnungseinheit 52.

Nach der Erfindung richtet der Ultraschallsensor 40, welcher auf der Außenseitenfläche der Sensoranbringungsabdeckung 31 an einer Position vorgesehen ist, welche dem Ende der Rotorwelle 6 zugewandt ist, Ultraschallwellen auf die wellenendseitige Kappenmutter 27 und detektiert das Echo hiervon, um den Abstand L zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendsei-

tigen Kappenmutter 27 zu messen.

Die Endfläche der Rotorwelle 6 ist eine ebene Fläche senkrecht zur Achse der Welle. Wenn, wie in Fig. 2 gezeigt ist, die wellenendseitige Mittelloffnung 30 zur maschinellen Bearbeitung, welche in der Endfläche der Rotorwelle 6 ausgebildet ist, beibehalten werden muß, wird die Endfläche der Rotorwelle 6 mit der wellenendseitigen Kappenmutter 27 abgedeckt, um eine ebene und glatte Fläche zu erhalten. Die wellenendseitige Kappenmutter 27 unterstützt die Einstellung des Abstandes L (in Fig. 3) zu der konkaven, sphärischen Fläche 29 und bündelt bzw. fokussiert die Ultraschallwelle.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist, ist die Außenseitenfläche der Sensoranbringungsabdeckung 31, auf welcher der Ultraschallsensor 40 angebracht ist, als eine ebene Fläche senkrecht zur Achse der Rotorwelle 6 ausgebildet. Die Fluidkontaktfläche der Sensoranbringungsabdeckung 31 ist als eine konkave, sphärische Fläche 29 derart ausgebildet, daß die Ultraschallwelle auf die Reflexionsfläche fokussiert wird, d. h. auf die Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27. Hierdurch wird die Detektionsgenauigkeit des Ultraschallsensors 40 verbessert. Genauer gesagt verhindert die konkave, sphärische Fläche 29 im wesentlichen die Diffusion des Hauptstrahls der Ultraschallwelle, welche sich hier von in dem Fluid ausbreitet, und daher wird im wesentlichen eine Reduktion des Schalldrucks der Ultraschallwelle verhindert, welche die Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27 erreicht. Daher läßt sich die Empfindlichkeit des Meßsystemes niedrig ansiedeln, so daß das Meßsystem im wesentlichen nicht durch elektrisches Rauschen beeinflusst wird.

Eine Öffnung ist in der Endabdeckung 28 in einem Teil hiervon ausgebildet, welches dem Ende der Rotorwelle 6 zugewandt ist. Die Sensoranbringungsabdeckung 31 ist lösbar in die Öffnung eingesetzt. Der Ultraschallsensor 40 und der Temperatursensor 41 sind an der Sensoranbringungsabdeckung 31 angebracht.

Der Temperatursensor 43 und der Drucksensor 42 detektieren die Temperatur und den Druck des Fluids jeweils zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27. Unter Nutzung der Temperatur und des Drucks, welche mittels der zugeordneten Sensoren 43 und 42 erfaßt werden, ermittelt die Ermittlungseinrichtung 51 eine Schallgeschwindigkeit im Fluid. Dann ermittelt die Ermittlungseinrichtung 51 den tatsächlichen Abstand zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27 unter Nutzung der Schallgeschwindigkeit im Fluid, welche mit Hilfe der Ermittlungseinrichtung ermittelt wurde, und der Schallgeschwindigkeit im Fluid, welche man zuvor erhalten hat, wenn die Meßinstrumente bei einem Lehrmodelltest geeicht wurden und man erhält den Abstand L durch die Detektion mittels des Ultraschallsensors 40.

Eine Verschiebung bzw. Verlagerung der Rotorwelle 6, d. h. eine verschleißbedingte Abnutzung des Axiallagers 26, erhält man aus einer zeitbezogenen Änderung des tatsächlichen Abstandes zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27.

Der Ultraschallsensor 40 und der Temperatursensor 41 können direkt an der Endabdeckung 28 angebracht werden, ohne die Sensoranbringungsabdeckung 31 vorzusehen.

Fig. 4 ist eine vergrößerte Ansicht der wesentlichen Teile einer Vorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers bei einer Tauchmotorpumpe gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung. Wenn eine Sperre, wie ein Abstreifer 32, zwischen der Endfläche einer Rotorwelle 6 (Fig. 1) und

der Sensoranbringungsabdeckung 31 vorgesehen ist, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist, kann eine Kappenmutter 33 eingesetzt werden, welche eine Führungsstange hat, um die Endfläche der Rotorwelle 6 abzudecken, so daß das Führungsstangenteil der Kappenmutter 33 durch den Abstreifer 32 geht. Eine derartige Konstruktion verhindert, daß der Abstreifer 32 den Hauptstrahl der Ultraschallwelle streut.

Fig. 5 verdeutlicht die Anbringung eines Ultraschallsensors bei einer Vorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers bei einer Tauchmotorpumpe nach der Erfindung. Die Figur zeigt einen Sensorhalter 60 mit einem vorbestimmten Kontaktdruck, eine Kappenmutter 61 und eine Feder 62. Ein Spalt an der Oberseite des Sensorhalters 60 mit einem vorbestimmten Kontaktdruck ist mit Fett oder Öl ausgefüllt, so daß die Luft aus diesem Spalt zwischen der oberen Endfläche der Sonde 45 des Ultraschallsensors 40 und der Außenfläche der Sensoranbringungsabdeckung 31 verdrängt wird. Die Feder 62 und die Kappenmutter 61 drücken den Ultraschallsensor 40 auf die Außenseitenfläche der Sensoranbringungsabdeckung 31 mit einem vorbestimmten Kontaktdruck an. Eine derartige Konstruktion trägt zu einer stabilen Ausbreitung der Ultraschallwelle zwischen der Sonde 45 und der Sensoranbringungsabdeckung 31 bei und verhindert im wesentlichen Fehler bei der Abstandsdetektion.

Wie zuvor beschrieben wurde, ist die Sensoranbringungsabdeckung 31 derart vorgesehen, daß sie der wellenendseitigen Kappenmutter 27 zugewandt ist, und der Ultraschallsensor 40 ist auf der Außenseitenfläche der Sensoranbringungsabdeckung 31 vorgesehen. Der Ultraschallsensor 40 richtet eine Ultraschallwelle auf die Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27 und detektiert das Echo hiervon, so daß man einen Abstand L zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27 ermitteln kann.

Da der Ultraschallsensor 40 außerhalb des Motors 11 vorgesehen ist, läßt sich die Konstruktion der Tauchmotorpumpe einfach gestalten.

Die Fluidkontaktfläche, d. h. die Fläche, welche der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27 zugewandt ist, von der Sensoranbringungsabdeckung 31 wird üblicherweise als eine ebene und glatte Fläche ausgebildet. Wenn jedoch beispielsweise der Bereich der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27 klein ist, kann die Fluidfläche in Form ähnlich der konkaven, sphärischen Fläche 29 ausgebildet werden, um die Detektion mittels des Ultraschallsensors 40 zu verbessern. Eine derartige konkave, sphärische Fläche reduziert die Diffusion des Hauptstrahls der Ultraschallwelle und verhindert im wesentlichen die Reduktion des Schalldrucks der Ultraschallwelle, welche die Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27 erreicht. Daher läßt sich die Empfindlichkeit des Meßsystems niedrig ansiedeln, so daß das Meßsystem im wesentlichen nicht durch elektrisches Rauschen beeinflusst wird.

Der tatsächliche Abstand zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27 wird aus dem Abstand L ermittelt, welcher mit Hilfe des Ultraschallsensors 40 detektiert wurde, und zwar mit Hilfe der Ermittlungseinrichtung, welche nachstehend beschrieben wird.

Genauer gesagt detektieren der Temperatursensor 43 und der Drucksensor 42 jeweils die Temperaturen den Druck des Fluids zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27. Unter Verwendung einer Temperatur und eines Drucks, welche mittels der zugeordneten Sensoren 43 und 42 erfaßt wurden, ermittelt die Ermittlungseinrichtung 51 eine Schallgeschwindigkeit im Fluid. Dann ermittelt die Ermittlungsein-

richtung 51 den tatsächlichen Abstand zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27 unter Nutzung der Schallgeschwindigkeit im Fluid, welche man durch die Eigenermittlung durch die Ermittlungseinrichtung erhalten hat, der Schallgeschwindigkeit im Fluid, die man zuvor bei der Eichung der Meßinstrumente im Zuge eines Lehrmodelltests erhalten hat, und der Abstand L ergibt sich aus der Detektion mittels des Ultraschallsensors 40.

Eine Verschiebung bzw. Verlagerung der Rotorwelle 6, d. h. eine verschleißbedingte Abnutzung des Axiallagers 26, erhält man aus einer zeitbezogenen Änderung des tatsächlichen Abstandes zwischen der konkaven, sphärischen Fläche 29 und der Endfläche der wellenendseitigen Kappenmutter 27.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung der verschleißbedingten Abnutzung eines Axiallagers (26) einer Tauchmotorpumpe, die ein durch einen Motor (11) angetriebenes Pumpenlaufrad (5) aufweist und in ein zu pumpendes Fluid eintaucht, wobei ein Rotor (7) des Motors (11) mit dem Pumpenlaufrad (5) fest verbunden und an einer durch ein Axiallager (26) gelagerten Rotorwelle (6) befestigt ist, und wobei an einem Ende der Rotorwelle (6) zugewandten Abdeckung (31) ein Abstandsdetektor angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstandsdetektor ein Ultraschallsensor (40) ist, welcher zum Messen des Abstandes (L) zwischen dem Ende der Rotorwelle (6) und einer Innenfläche der Abdeckung (31) eine Ultraschallwelle auf das Ende der Rotorwelle (6) richtet und das durch das Ende der Rotorwelle (6) reflektierte Echo der Ultraschallwelle mißt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenfläche der Abdeckung (31), welche in Kontakt mit dem Fluid ist, eine konkave, sphärische Fläche (29) umfaßt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fläche des Endes der Rotorwelle (6) mit einer Kappenmutter (27) bedeckt ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Temperatursensor (43) die Temperatur und ein Drucksensor (42) den Druck des zwischen dem Ende der Rotorwelle (6) und der Innenfläche der Abdeckung (31) befindlichen Fluids mißt, und daß eine Einrichtung (51) die Schallgeschwindigkeit des Fluids in Abhängigkeit von der Temperatur und vom Druck ermittelt und durch Vergleich mit einer zuvor bei einer Eichung der Meßeinrichtung in einem Lehrmodelltest ermittelten Schallgeschwindigkeit im Fluid den tatsächlichen Abstand (L) zwischen dem Ende der Rotorwelle (6) und der Innenfläche der Abdeckung (31) bestimmt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen





FIG. 2

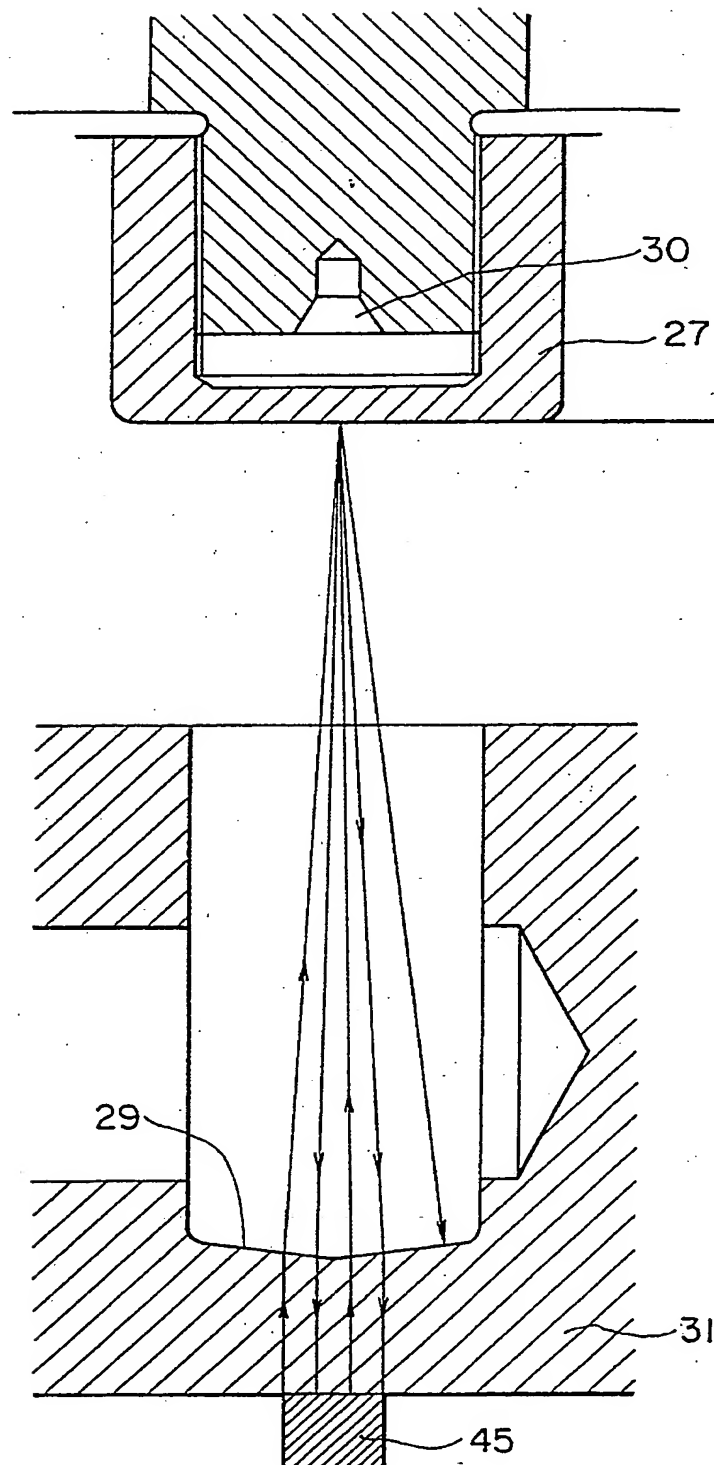


FIG. 3

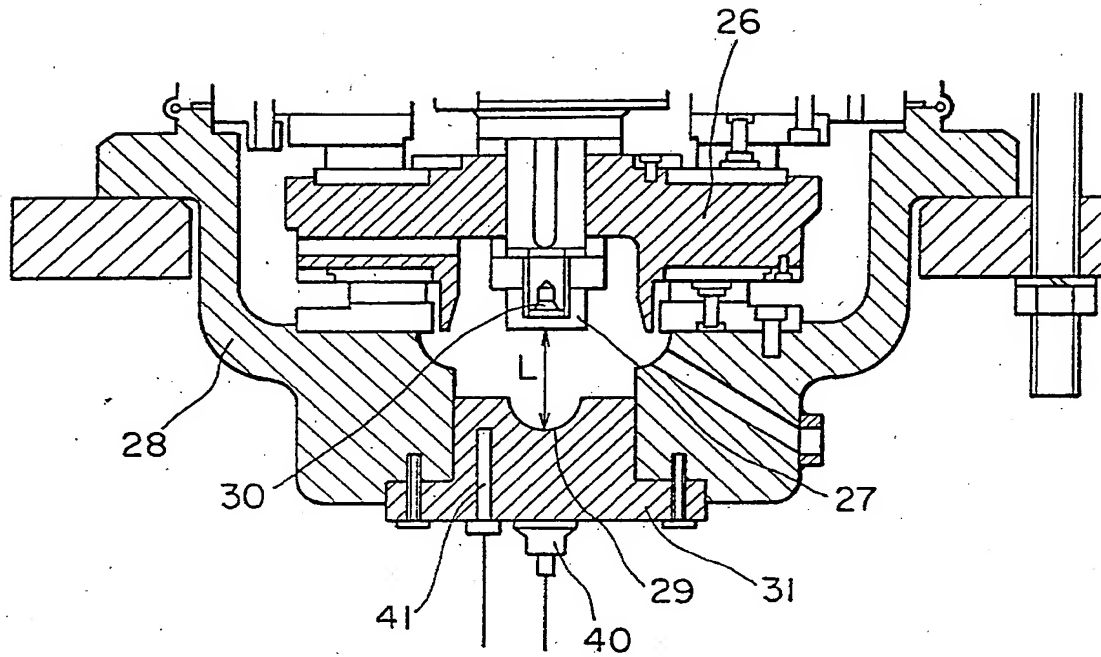


FIG. 4

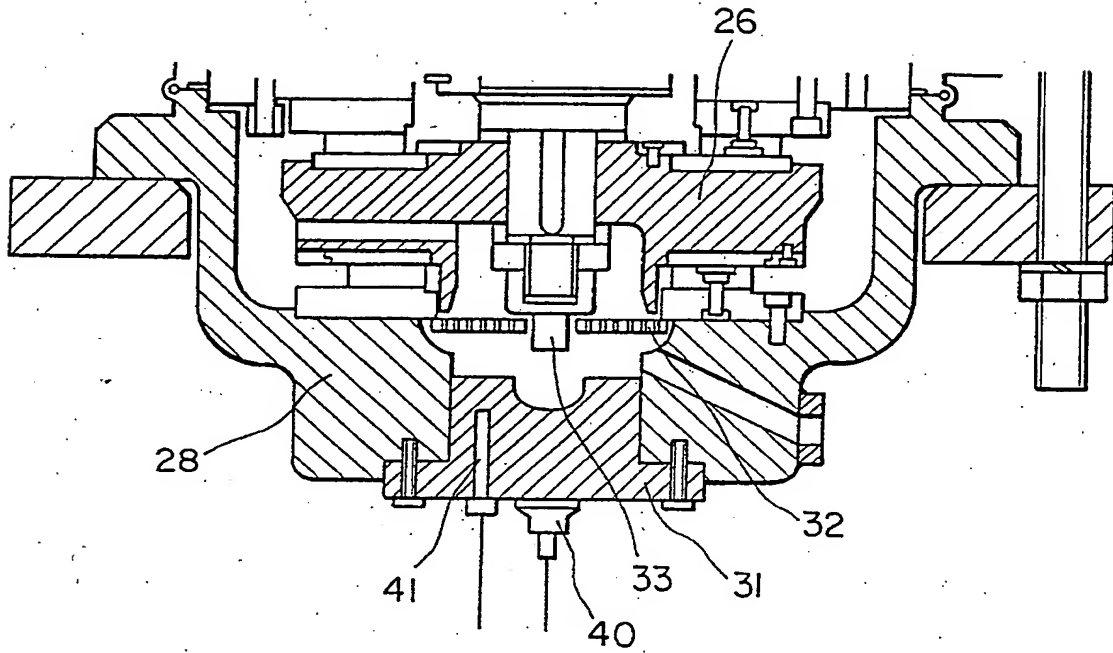


FIG. 5

